

Analysis of Battery Capacity Having Impact on the Communicational Scenery Complementary Power Supply System

Jirigaledalai Ba¹, Zhijun Jiang²

¹Beijing Friends from Afar Limited Company of Science and Technology, Beijing

²Xilinguole League Mobile Communication Branch, Xilinguole League

Email: 904859441@qq.com

Received: Jun. 23rd, 2014; revised: Jul. 26th, 2014; accepted: Aug. 15th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The scenery complementary power supply system provides stable and reliable power energy for some communication equipments, such as, wireless transmitting station, ground satellite station and relaying transmission. This article describes the reason that the battery capacity affects the reliability and stability of the function of the scenery complementary power supply system, and puts forward some measures that can reasonably solve the battery capacity's problem.

Keywords

Communication, Scenery Complementary Power Supply System, Battery Capacity

蓄电池组容量对通信风光互补型供电系统的影响分析

巴吉日嘎勒达来¹, 姜志君²

¹北京友朋致远科技有限公司, 北京

²锡盟移动通信分公司, 锡林郭勒盟

Email: 904859441@qq.com

收稿日期：2014年6月23日；修回日期：2014年7月26日；录用日期：2014年8月15日

摘要

风光互补型供电系统为无线发射基站、地面卫星站、传输中继等通信设备提供稳定可靠的电力能源。本文中详细阐述了蓄电组容量影响风光互补型供电系统运行的可靠性和稳定性的原因，并提出了合理解决蓄电组容量的措施。

关键词

通信，风光互补型供电系统，蓄电组容量

1. 引言

最初的风光互补供电系统，就是将风力机和光伏组件进行简单的组合，因为缺乏详细的数学计算模型，同时系统只用于保证率低的用户，导致使用寿命不长。近几年随着风光互补供电系统应用范围的不断扩大，保证率和经济性要求的提高，国外相继开发出一些模拟风力、光伏及其互补供电系统性能的大型工具软件包。通过模拟不同系统配置的性能和供电成本可以得出最佳的系统配置。其中 colorado state university 和 national renewable energy laboratory 合作开发了 hybrid2 应用软件。hybrid2 本身是一个很出色的软件，它对一个风光互补系统进行非常精确的模拟运行，根据输入的互补发电系统结构、负载特性以及安装地点的风速、太阳辐射数据获得一年 8760 小时的模拟运行结果。但是 hybrid2 只是一个功能强大的仿真软件，本身不具备优化设计的功能，并且价格昂贵，需要的专业性较强。在国外对于风光互补供电系统的设计主要有两种方法进行功率的确定：一是功率匹配的方法，即在不同辐射和风速下对应的光伏阵列的功率和风机的功率和大于负载功率，只要用于系统的优化控制；另一是能量匹配的方法，即在不同辐射和风速下对应的光伏阵列的发电量和风机的发电量的和大于等于负载的耗电量，主要用于系统功率设计[1]。

通信领域中，为了实现边远山区、荒漠、戈壁、原野及海岛等无电地区的无线网络覆盖，采用了大量的风光互补型供电系统[2]。风光互补型供电系统为无线发射基站、地面卫星站、传输中继等通信设备提供稳定可靠的电力能源。

2. 风光互补型供电系统简介

风光互补型供电系统主要由风力发电机组、太阳能电池组、控制器、蓄电池等部分组成，该系统是集风能、太阳能及蓄电池等多种能源发电技术及系统智能控制技术为一体的复合可再生能源发电系统[3]。

1) 风力发电部分是利用风力机将风能转换为机械能，通过风力发电机将机械能转换为电能，再通过控制器对蓄电池充电，经过逆变器对负载供电；

2) 光伏发电部分利用太阳能电池板的光伏效应将光能转换为电能，然后对蓄电池充电，通过逆变器将直流电转换为交流电对负载进行供电；

3) 控制部分根据日照强度、风力大小及负载的变化，不断对蓄电池组的工作状态进行切换和调节：一方面把调整后的电能直接送往直流或交流负载。另一方面把多余的电能送往蓄电池组存储。发电量不能满足负载需要时，控制器把蓄电池的电能送往负载，保证了整个系统工作的连续性和稳定性；

4) 蓄电部分由多块蓄电组组成, 在系统中同时起到能量调节和平衡负载两大作用。它将风力发电系统和光伏发电系统输出的电能转化为化学能储存起来, 以备供电不足时使用。

风光互补发电系统根据风力和太阳辐射变化情况, 可以在以下三种模式下运行: 风力发电机组单独向负载供电; 发电系统单独向负载供电; 风力发电机组和发电系统联合向负载供电。

通信风光互补型供电系统由太阳能电池组、风力发电机组、控制器、蓄电组及连接电缆组成, 如图 1 所示。

系统中太阳能电池组将太阳光资源转换成电能, 通过太阳能控制器向负载和蓄电组提供电力; 风力发电机组先将风力资源转换成机械能之后再转换成电能, 通过风能控制器向负载和蓄电组提供电力; 控制器完成对太阳能电池组、风力发电机组、蓄电组和用电设备的控制管理。蓄电组通过化学反应过程对太阳能电池组和风力发电机组所转换的电能进行存储或释放电能, 为通信用电设备提供可靠稳定的电力。

在实际应用中很多通信风光互补型供电系统出现了供电不稳定, 导致通信网络指标下降及严重者则导致通信设备损毁。引起通信风光互补型供电系统不稳定工作的原因有很多种, 其中蓄电组容量的选择将决定着系统运行的可靠性和稳定性。

3. 蓄电组容量选择不当影响系统运行不稳定的因素分析

风光互补型供电系统作为通信系统的动力来源, 其可靠性必须满足 7×24 小时工作制。从初期的勘测、设计到最后的交付运行, 每一个环节都需要进行严格的理论依据、推导计算和严格的质量把控, 确保后期的稳定可靠运行[4]。通信风光互补型供电系统的蓄电组容量是根据负载额定功耗及无风无光条件下的期望续航时间确定。在设计时要充分考虑上述因素, 并且按照下列公式(1)进行计算。

$$B_c = Q_L \times N_L \times T_o / C_c \quad (1)$$

其中 Q_L 为日负荷量, 即额定负载 24 小时的耗电量, 单位为 Ah; N_L 为连续阴雨天、无风天数, 即系统在无光、无风条件下的持续工作时间期望值; T_o 为温度修正系数, 通信系统中取值为 1.0; C_c 为电池放电深度, 取值为 0.70。

从公式中可以看出, 通信设备的耗电量和所期望的在无风无光条件下连续工作的时间是决定蓄电组容量大小的主要因素。

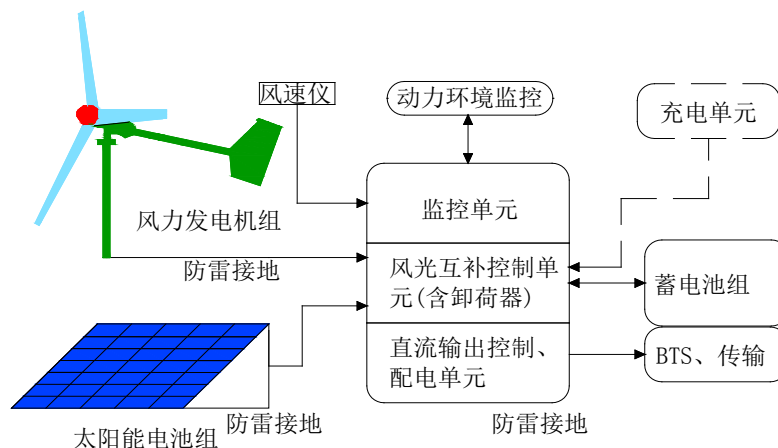


Figure 1. Block diagram of scenery complementary power supply system
图 1. 风光互补型供电系统框图

3.1. 风光互补型供电系统的蓄电池组容量偏小因素分析

通信风光互补型供电系统中，蓄电池容量偏小，则会频繁出现蓄电池组的深度放电和大电流均充，加速蓄电池组的循环次数，使得使用寿命缩短。如某通信基站的蓄电池组电压变化曲线图 2 所示。

图 2 中显示了 8 天的蓄电池组电压监测数据，其中纵向坐标轴为电压值，横向坐标为天数，即横向一格代表一天。由图 2 中可知，由于蓄电池组配置偏小，导致蓄电池组每天从 100% 满容量放至 24%，再大电流充至 100% 的深度充放电循环。根据蓄电池组的循环充放电能力，其使用寿命将缩短 50% 以上，如图 3 和图 4 所示。

蓄电池组容量偏小，根据化学反应式(2)，深度放电后在低温环境下容易出现冻裂导致报废，如图 5 所示。

3.2. 风光互补型供电系统的蓄电池组容量偏大因素分析

蓄电池容量设计要与发电系统和设备额定耗电量相匹配。如果单一增加蓄电池的容量，则出现风光互补发电系统对蓄电池组充电不足的现象，导致蓄电池组长期处于未饱和状态。如果遇到连续的阴雪低温天气，蓄电池得不到有效充电，根据铅酸蓄电池充放电化学反应式(2)，蓄电池内的水成分增多，提高了电解液的冰点温度，导致内部容易结冰，严重时外壳鼓裂至报废[5]。

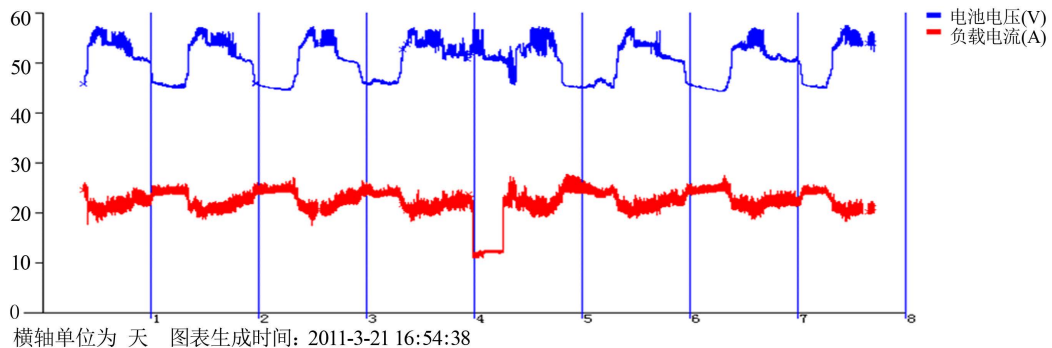
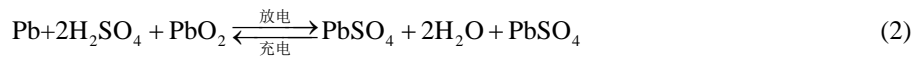


Figure 2. Curve of a base station battery voltage change

图 2. 某基站蓄电池组电压变化曲线图

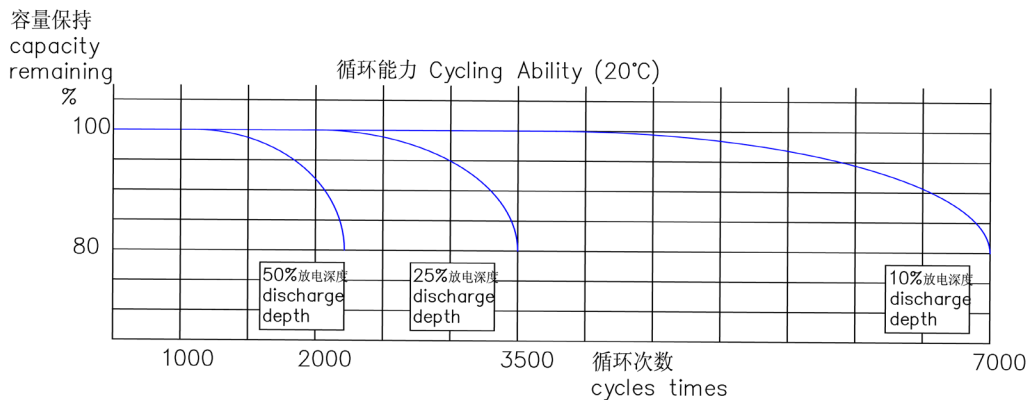


Figure 3. Curve of battery charging and discharging cycle capacity

图 3. 蓄电池组充放电循环能力曲线图

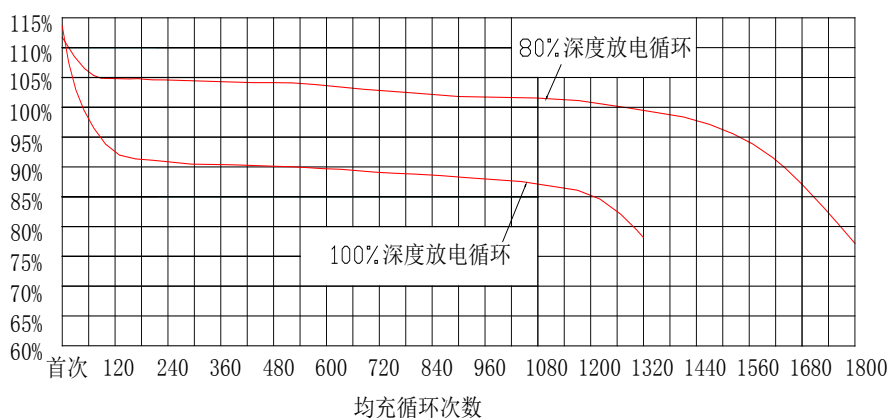


Figure 4. Curve of the depth of the battery charging and discharging cycle capacity

图 4. 蓄电池组深度充放电循环能力曲线图



Figure 5. Battery frosted leading to leakage

图 5. 蓄电池冻裂至漏液

而在实际的应用中，由于成本因素，对蓄电池组的容量进行统一定量配置，或因后期的负载扩容而忽略供电系统的扩容，导致风光互补型供电系统的蓄电池组容量与实际的负载及发电系统不匹配，出现蓄电池组的损毁，导致系统工作不稳定。

4. 合理解决蓄电池容量的措施

通信风光互补型供电系统中蓄电池组的容量设计除了依据公式(1)计算以外，还要考虑风能和太阳能正常情况下负载每天的最大蓄电池放电容量 ΔBcl 。其计算过程如下所示。

对于无风能、无太阳能条件下，蓄电池每天的放电容量等于负载每天的负荷量，如公式(3)所示。

$$Bcl = QL \quad (3)$$

其中 Bcl 为每天最大放电容量，单位为 Ah； QL 为负载日负荷量，单位为 Ah；

对于风能和太阳能正常的条件下，通过风能和太阳能向负载提供的负荷量 Qls ，如公式(4)所示。

$$Qls = S * T \quad (4)$$

其中 Qls 为风能和太阳能向负载提供的负荷量，单位为 Ah； T 为风能和太阳能有效发电时间，单位为 h。

根据公式(3)和(4)，得出负载每天的最大蓄电池放电容量 ΔBcl ，如公式(5)所示。

$$\Delta Bcl = QL - Qls \quad (5)$$

$\Delta Bcl/Bc\%$ 值，即负载每天的最大蓄电池放电容量值与蓄电池组总容量 Bc 的比值，决定着供电系统

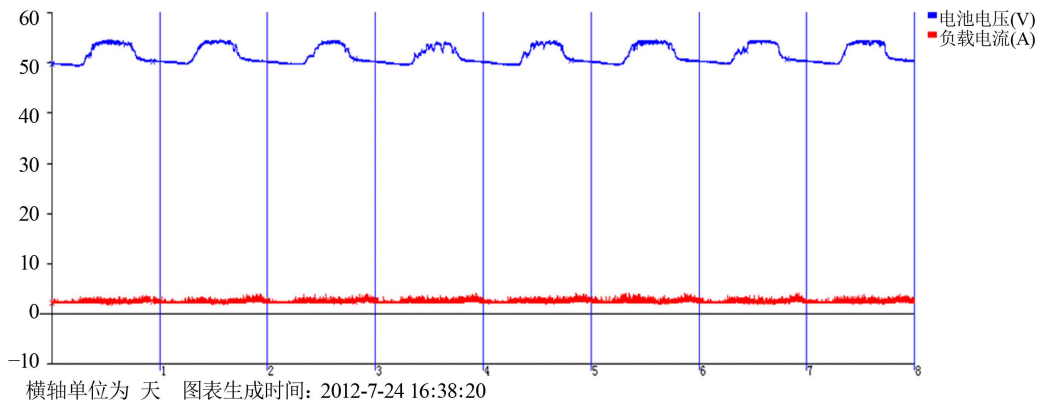


Figure 6. Communication base station power system battery voltage and load current changes
 图 6. 通信基站供電系統運行蓄電池電壓變化及負載電流變化曲線圖

的穩定性和蓄電池組的使用壽命。

當 $\Delta Bcl/Bc\% \leq 10\%$ ，表示在風能和太陽能資源充足的條件下蓄電池組在低於 10% 的放電容量區間循環，此時供電系統的穩定性非常好，根據圖 3 所示蓄電池組循環使用壽命曲線圖可知，其循環使用次數可以達到最大值 7000 余次。

當 $\Delta Bcl/Bc\% \geq 80\%$ ，表示在風能和太陽能資源充足的條件下蓄電池組在高於 80% 的深度放電容量區間循環，此時供電系統的穩定性非常差，根據圖 4 所示蓄電池組循環使用壽命曲線圖可知，其循環使用次數只有 1800 余次，使用壽命縮短了 3/4 之多。

對圖 6 所示某通信基站供電系統運行蓄電池電壓變化及負載電流變化曲線進行分析，蓄電池組的電壓隨著每天風力發電機組合太陽能電池陣列的充電電量大小而波動，波動範圍為 49.4 v~54.7 v 之間，負載電流為 2.6 A，每天的平均有效日照時間為 6 個小時，根據公式(4)和公式(6)計算得出 $\Delta Bcl/Bc\% = 15.6\% \leq 20\%$ 。根據長達一年多的運行監測，此通信基站風光互補供電系統從未出現因供電不足而退服現象，蓄電池組工作在放電量為 15.6% 的淺循環區域之內，極大地提高了蓄電池組的循環使用次數，即提高了其使用壽命。

因此在設計時，從可靠性角度出發，取 $\Delta Bcl/Bc\% \leq 20\%$ 之內值，以便提高系統的可靠性和蓄電池組的使用壽命。

5. 結語及應用前景

建設初期，通信風光互補型供電系統的設計過程中認真分析通信設備的功耗特性、蓄電池組容量因素作為整系統的基準參數，完成太陽能電池組、風力發電機組和控制器的選擇和配置數量，以確保系統穩定可靠性。通信風光互補型供電系統的引入，為解決邊遠山區、荒漠、戈壁、原野及海島等無電地區的通信設備供電問題提供了行之有效的選擇模式。通過對蓄電池組容量因素的分析，取 $\Delta Bcl/Bc\% \leq 20\%$ 之內值，可提高系統的可靠性和蓄電池組的使用壽命，為通信風光互補型供電系統的設計和運行維護提供了參考依據。目前風光互補型供電系統應用前景可觀，可用於無電農村的生活生產用電，解決我國部分人口無法用電的困難處境；此外，該技術還可應用於半導體室外照明中的應用、航標上的使用、監控攝像機中的使用等，為今后的通信等事業的發展提供廣闊前景。

參考文獻 (References)

- [1] 多吉 (2006) 高原通信電源設備的建設與維護. *電信工程技術與標準化*, 6, 73-75.

- [2] 余爱民 (2004) 远程无线局域网基站智能供电系统的研究. *机电工程技术*, **6**, 84-85.
- [3] 侯振义, 夏峥 (2002) 通信电源站原理及设计. 人民邮电出版社, 北京.
- [4] 丁申冬, 金步平 (2007) 太阳能供电室外高亮度 LED 大屏幕显示系统. *照明工程学报*, **2**, 73-75.
- [5] 中华人民共和国工业和信息化部 (2010) 中华人民共和国通信行业标准: 通信用阀控式密封铅酸蓄电池[YD/T799-2010].